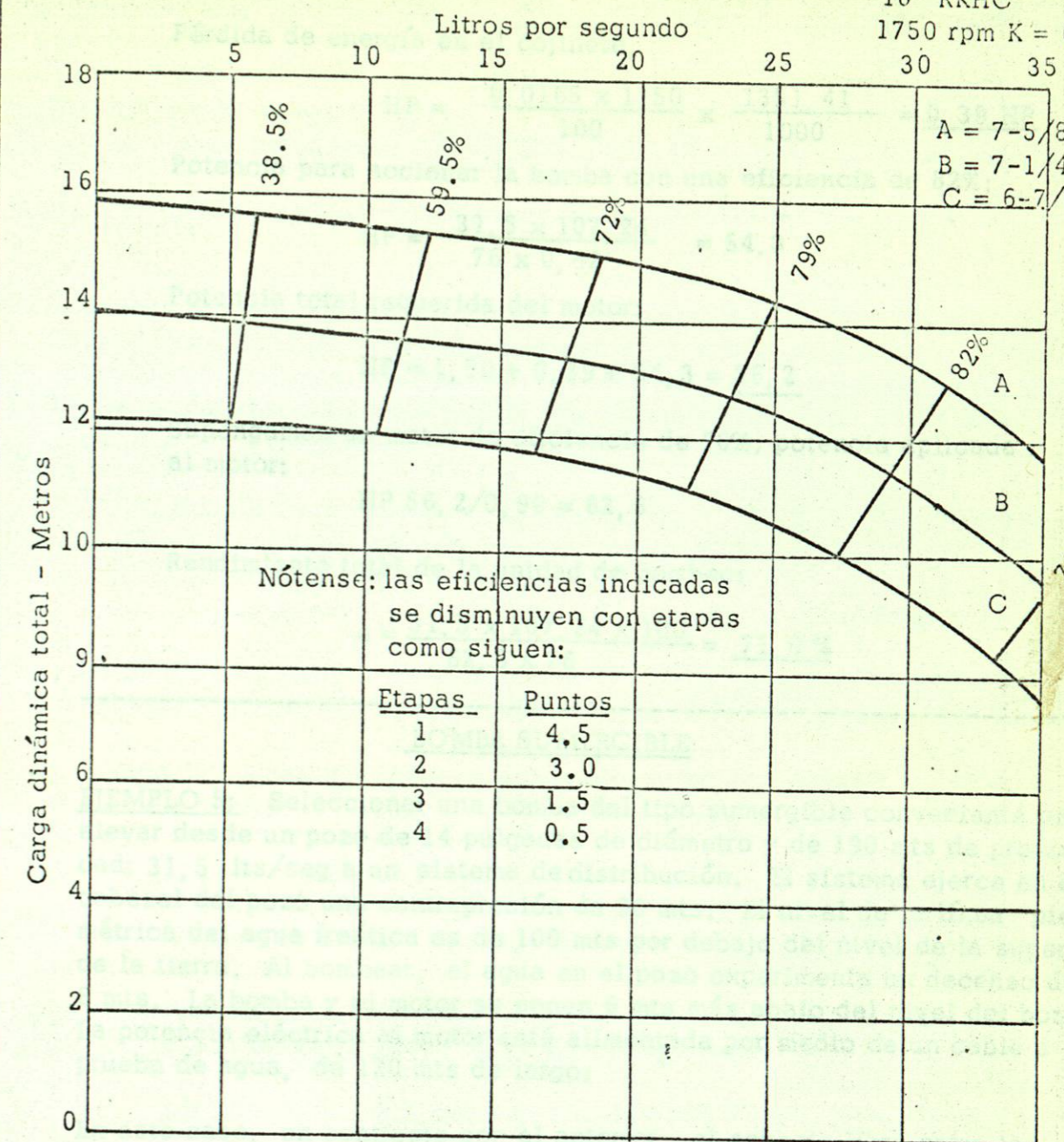


Bomba "IAYNE"
10" RKHC
1750 rpm K = 6.0

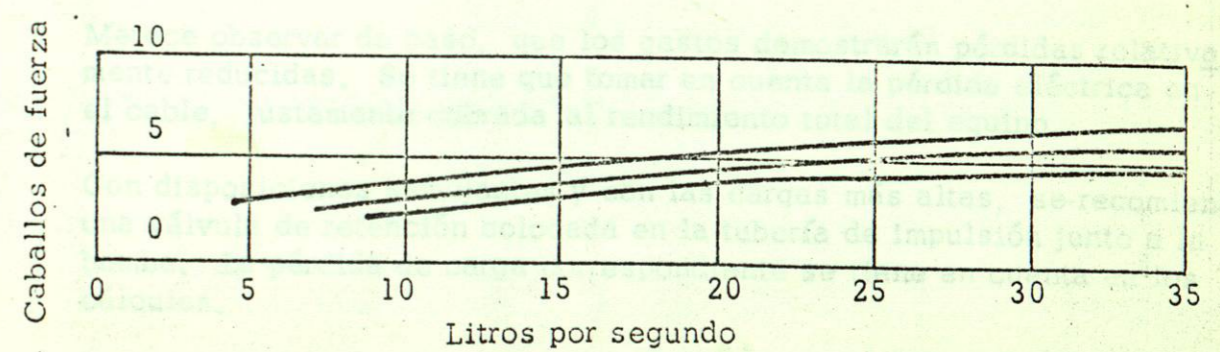


A = 7-5/8" Dia
B = 7-1/4"
C = 6-7/8"

Nótese: las eficiencias indicadas se disminuyen con etapas como siguen:

Etapas	Puntos
1	4.5
2	3.0
3	1.5
4	0.5

CURVAS CARACTERÍSTICAS BOMBA CENTRIFUGA



CABALLOS DE FUERZA vs. Litros por segundo

El impulsor tiene un diámetro de 7-5/8". Con una columna de 5" (ve antepared) esta bomba puede desarrollar la carga total de 107.34 mts mediante 107.34/13 = 8.2 o digamos 8 impulsores en serie. En efecto, los impulsores serían con diámetros reducidos; diámetros de 7-1/8".

La potencia requerida para la instalación tiene que tomar en cuenta no solo aquellas pérdidas del grupo bomba motor, sino también las que se encuentran en el conducto de escape (en el extremo del eje) además de las que se verifican en las chumaceras intermedias a lo largo del eje.

CABALLOS DE FUERZA PARA EL ACCIONAMIENTO DEL EJE DE TRANSMISION ENGRANADO DE UNA BOMBA CENTRIFUGA DE POZO

(de las normas del Hidráulico Institute)

Velocidad en rpm	7/8"	1"	1-1/8"	1-1/2"
1750	0.37	0.35	0.50	0.78
1450	0.32	0.30	0.41	0.64
1150	0.27	0.25	0.35	0.54
850	0.21	0.20	0.28	0.42

La pérdida de energía del sistema de escape, se toma (según el tablo) como del 10% en el sistema impulsor, como:

$$HP = 60 \times 0.032 = 1.92 \text{ HP}$$

El empuje hidráulico está dado por la fórmula $K \times H$, donde "H" es la carga total estimada y "K" es un factor que en el sistema inglés vale 0.07 y en el métrico $0.003 \times 3.28 \times 1.36 = 0.0138$. De modo que:

$$HP = \frac{0.003 \times 3.28 \times 1.36 \times 1000 \text{ libras}}{100} \times \text{empuje (1000 libras)}$$

$$HP = \frac{0.0138 \times K \text{ (kg)}}{100} \times \text{empuje (1000 kilogramos)}$$

El empuje hidráulico está dado por la fórmula $K \times H$, donde "H" es la carga total estimada y "K" es un factor que en el sistema inglés vale 0.07 y en el métrico $0.003 \times 3.28 \times 1.36 = 0.0138$. De modo que:

Empuje hidráulico = $107.34 \times 0.0138 = 1.48 \text{ kg}$
 Peso del eje = $60 \text{ mts} \times 2.85 \text{ kg/mts} = 171 \text{ kg}$
 Peso de los impulsores = $8(2.25 \text{ por impulsor}) = 18 \text{ kg}$
 Impulsor total = $1.48 + 171 + 18 = 190.48 \text{ kg}$

Ejemplo 4 - continuación:

Pérdida de energía en el cojinete,

$$HP = \frac{0,0165 \times 1750}{100} \times \frac{1351,41}{1000} = 0,39 \text{ HP}$$

Potencia para accionar la bomba con una eficiencia de 82%:

$$HP = \frac{31,5 \times 107,24}{76 \times 0,82} = 54,3$$

Potencia total requerida del motor:

$$HP = 1,50 + 0,39 + 54,3 = 56,2$$

Supongamos un motor de eficiencia de 90%; potencia aplicada al motor:

$$HP = 56,2 / 0,90 = 62,6$$

Rendimiento total de la unidad de bombeo:

$$e = \frac{31,5 \times 107,24 \times 100}{62,6 \times 76} = 71,0 \%$$

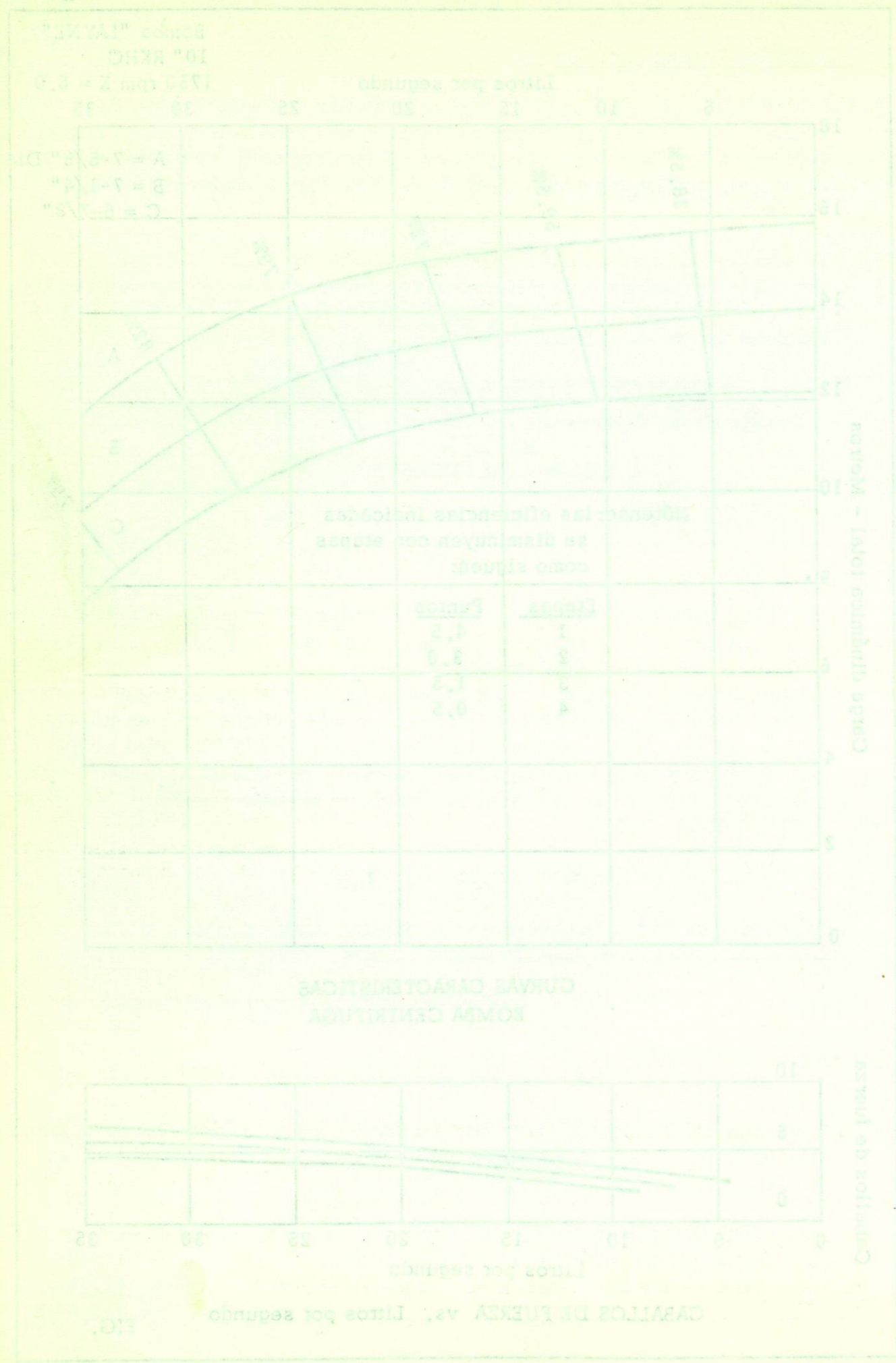
BOMBA SUMERGIBLE

EJEMPLO 5: Seleccionar una bomba del tipo sumergible conveniente para elevar desde un pozo de 14 pulgadas de diámetro y de 190 mts de profundidad; 31,5 lts/seg a un sistema de distribución. El sistema ejerce en el cabezal del pozo una contrapresión de 20 mts. El nivel de la línea piezométrica del agua freática es de 100 mts por debajo del nivel de la superficie de la tierra. Al bombear, el agua en el pozo experimenta un decenso de 8 mts. La bomba y el motor se ponen 6 mts más abajo del nivel del bombeo. La potencia eléctrica al motor está alimentada por medio de un cable a prueba de agua, de 120 mts de largo.

En este caso, en contraste con el anterior, el espacio libre entre la tubería de impulsión y el ademe del pozo, debe ser tal que pueda pasar el cable eléctrico a lo largo de la tubería de impulsión, desde la caja de conexiones a la altura del suelo, hasta el motor que acciona la bomba.

Merece observar de paso, que los gastos demostrarán pérdidas relativamente reducidas. Se tiene que tomar en cuenta la pérdida eléctrica en el cable, justamente cobrada al rendimiento total del equipo.

Con disposiciones semejantes y con las cargas más altas, se recomienda una válvula de retención colocada en la tubería de impulsión junto a la bomba. La pérdida de carga correspondiente se tiene en cuenta en los cálculos.



Ejercicio 5 - continuación: Q = 31,5 lts/seg, y suponiendo una tubería de impulsión de 6 pulgadas de diámetro (para una buena velocidad), tenemos:

carga estática = 20 + 100 + 8 =	128,0 mts
carga cinética (h _v)	0,15
carga de fricción = $\frac{0,020 \times 114}{0,15} \times 0,15 =$	2,28
pérdida en válvula de retención (digamos)	0,72
carga dinámica	131,15 mts

Escogemos (Fig. 9) una bomba de 10 pulgadas de diámetro nominal, con diez impulsores en serie, de diámetro de 7-5/8", capaz de desarrollar una carga dinámica de 10 x 13 = 130 metros, con una velocidad de 1750 rpm con eficiencia de 82%. Una tubería de impulsión de 6" de diámetro, resulta ser conveniente.

$$\text{Energía desarrollada} = \text{HP}_p = \frac{QH}{76} = \frac{31,5 \times 131,15}{76} = 54,5 \text{ CF}$$

$$\text{Energía aplicada a la bomba} = 54,5 / 0,82 = 66,5 \text{ caballos de potencia al freno}$$

La pérdida de energía en el cojinete de empuje para este tipo de bomba, está dado por: 0,22 x empuje (1000 kgs) o, 0,10 x empuje (1000 lbs).

El empuje se calcula como en el ejemplo anterior, donde K = 9,0 en el sistema métrico y H es la carga total estimada.

$$\text{Empuje hidráulico} = 9,0 \times 131,15 = 1.180 \text{ kg}$$

$$\text{Pérdida de energía correspondiente} = \frac{0,22 \times 1.180}{1000} = 0,26 \text{ HP}$$

Pérdida de energía en el cable de transmisión eléctrica se toma en: 2,55 HP por 100 mts:

$$\text{pérdida de energía cobrada al cable} = 2,55 \times 1,20 = 3,06 \text{ HP}$$

Ahora bién, suponiendo un motor con una eficiencia de 89%, la potencia aplicada a la unidad de bombeo, tiene que ser:

$$\frac{66,5 + 0,3}{0,89} + 3,06 = 78,0 \text{ HP}$$

y el rendimiento total de la unidad de bombeo viene a ser:

$$e_t = \frac{54,5 \times 100}{78} = 70,0\%$$

Ejemplo 4 - continuación:

Pérdida de energía en el cojinete

$$\text{HP} = \frac{0,0166 \times 1750}{100} \times \frac{1381,41}{1000} = 0,38 \text{ HP}$$

Potencia para accionar la bomba con una eficiencia de 82%:

$$\text{HP} = \frac{31,5 \times 131,15}{76 \times 0,82} = 54,5$$

Potencia total requerida del motor

$$\text{HP} = 1,50 + 0,38 + 54,5 = 56,38$$

Se requiere un motor de eficiencia de 90%; potencia aplicada al motor:

$$\text{HP} = 56,38 / 0,90 = 62,6$$

Rendimiento total de la unidad de bombeo:

$$e_t = \frac{31,5 \times 131,15 \times 100}{62,6 \times 76} = 71,8\%$$

BOMBA SUMERGIBLE

EJEMPLO 5: Seleccionar una bomba del tipo sumergible conveniente para elevar agua un pozo de 14 pulgadas de diámetro y de 100 mts de profundidad. El sistema de distribución. El sistema de distribución en el cabezal del pozo una construcción de 20 mts. El nivel de la línea piezométrica del agua en el pozo es de 100 mts por debajo del nivel de la superficie de la tierra. Al bombear, el agua en el pozo experimenta un descenso de 5 mts. La bomba y el motor se ponen a una altura de 5 mts sobre el nivel del pozo. La potencia eléctrica al motor está alimentada por medio de un cable a prueba de agua, de 120 mts de largo.

En este caso, en contacto con el agua, el espacio libre entre la tubería de impulsión y el agua del pozo, debe ser tal que pueda pasar el cable eléctrico a lo largo de la tubería de impulsión, desde la caja de conexiones a la altura del agua, hasta el motor que acciona la bomba.

Para observar de paso, que los gastos demuestran pérdidas relativas mente reducidas. Se tiene que tomar en cuenta la pérdida eléctrica en el cable, justamente cobrada al rendimiento total del equipo.

Con disposiciones semejantes y con las cargas más altas, se recomienda una válvula de retención colocada en la tubería de impulsión junto a la bomba. La pérdida de carga correspondiente se tiene en cuenta en los cálculos.

BOMBA DE HELICE

EJEMPLO 6: (ver Fig. 10): Seleccionar una bomba de hélice conveniente para elevar desde un pozo (o sumidero) 900 litros por segundo. La bomba descarga a través de un codo de 90 grados que tiene descarga libre. Construcciones semejantes pueden servir sistemas de drenaje, etc.

La carga estática entre el pozo y el codo de descarga es de 5,90 mts. La bomba está colocada con sumergencia de 1,25 mts. Otros datos se muestran en la Fig. 10.

Cálculos: Suponiendo una tubería de impulsión de 24" de diámetro:

V = 3,00 mts/seg h_v = 0,46 mts

carga estática	5,90 mts
carga cinética	0,46
carga de fricción	0,07
pérdida de carga en el codo	0,27
carga dinámica total	<u>6,70 mts</u>

De la Fig. 11, escogemos una bomba de 24 pulgadas de diámetro nominal, con un sólo impulsor capaz de desarrollar una carga de 6,70 mts en una velocidad de 880 rpm, con una eficiencia de 81%.

Potencia desarrollada HP = $\frac{900 \times 6,70}{76} = 79,3$ caballos de fuerza

Potencia aplicada a la bomba HP = $79,3 / 0,81 = 98,0$ caballos de potencia al freno

El valor de "K" para calcular el empuje hidráulico en este caso, es de 136 para el sistema inglés, y 204 para el sistema métrico.

Empuje hidráulico	204 x 6,70 =	1.345 kg
peso del eje	9,3 x 7,00 =	65
peso del impulsor		<u>55</u>
total		1.465 kg

La pérdida de carga correspondiente, aplicando la fórmula de la página 24, será:

HP = $\frac{0,0165 \times 880}{100} \times \frac{1.465}{1000} = 0,214$ HP

Potencia aplicada a la unidad de bombeo, suponiendo un motor con una eficiencia de 89%:

HP = $(98,0 + 0,2) / 0,89 = 110$ caballos de fuerza

Y, finalmente, el rendimiento total de la unidad de bombeo:

e_t = $79,3 / 110,0 = 72\%$

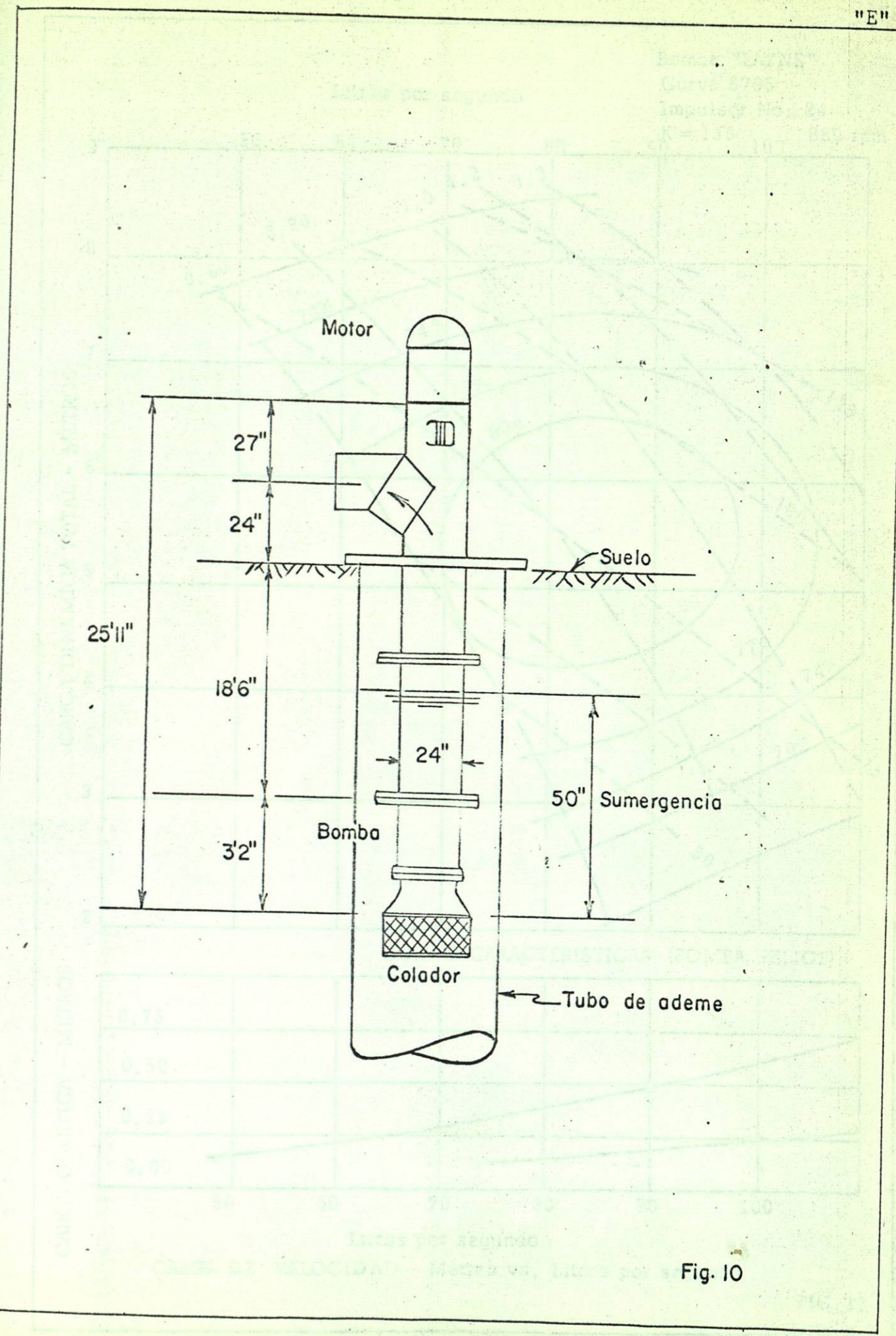


Fig. 10

BOMBA DE HELICE

EjemPlo 6: (ver Fig. 10) Seleccionar una bomba de hélice conveniente para elevar desde un pozo (sumidero) 300 litros por segundo. La bomba descarge a través de un codo de 30 grados que tiene descarga libre. Construcciones semejantes pueden servir sistemas de drenaje, etc. La carga estática entre el pozo y el codo de descarga es de 5,90 mts. La bomba está colocada con su eje a 1,25 mts. Otros datos se muestran en la Fig. 10.

Cálculos: Suponiendo una tubería de tubería de 24" de diámetro:

$V = 3,00 \text{ mts/seg}$	$\rho = 0,16 \text{ mts}$
carga estática	5,90 mts
carga cinética	0,25
carga de fricción	0,07
pérdida de carga en el codo	0,22
carga dinámica total	6,44 mts

De la Fig. 11, se conocen una bomba de 34 pulgadas de diámetro nominal con un eje impulsor capaz de desarrollar una carga de 6,70 mts en una velocidad de 880 rpm, con una eficiencia de 82%.

Potencia desarrollada: $HP = \frac{800 \times 6,70}{75} = 72,3$ caballos de fuerza

Potencia aplicada a la bomba: $HP = 72,3 \div 0,82 = 88,2$ caballos de potencia al freno

El valor de "K" para calcular el empuje hidrostático en este caso, es de 130 para el sistema inglés, y 104 para el sistema métrico.

Empuje hidrostático	$104 \times 6,70 = 698,8$ lb
peso del eje	$2,3 \times 7,00 = 16,1$ lb
peso del impulsor	22
Total	716,9 lb

La pérdida de carga correspondiente, aplicando la fórmula de la página 24 es:

$HP = \frac{0,015 \times 880}{100} \times 716,9 = 0,914 \text{ HP}$

Potencia aplicada a la unidad de bombeo, suponiendo un motor con una eficiencia de 82%:

$HP = (88,2 + 0,914) \div 0,82 = 110$ caballos de fuerza

Y, finalmente, el rendimiento total de la unidad de bombeo:

$\eta = 72,3 \div 110 = 65,7\%$

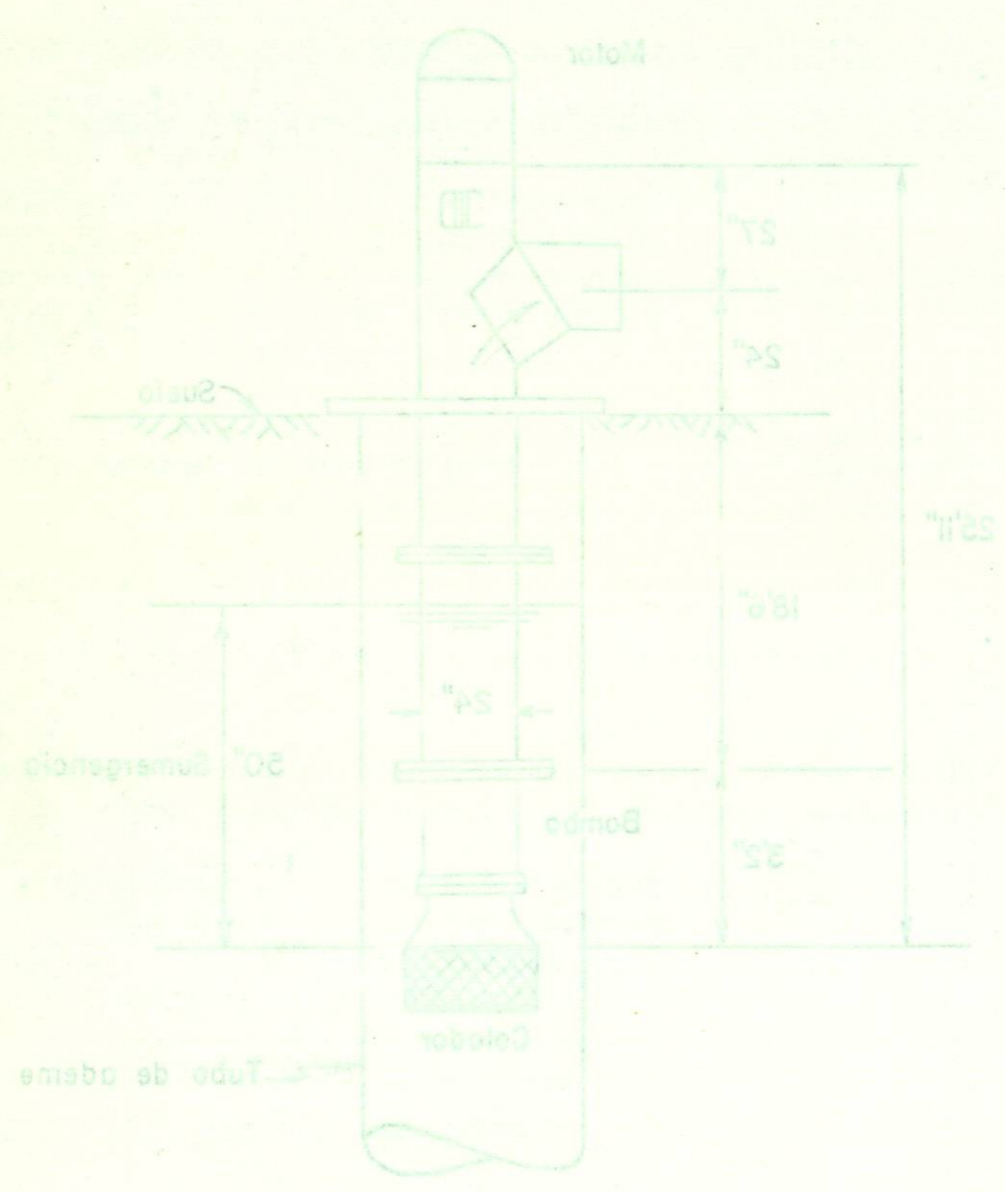


Fig 10

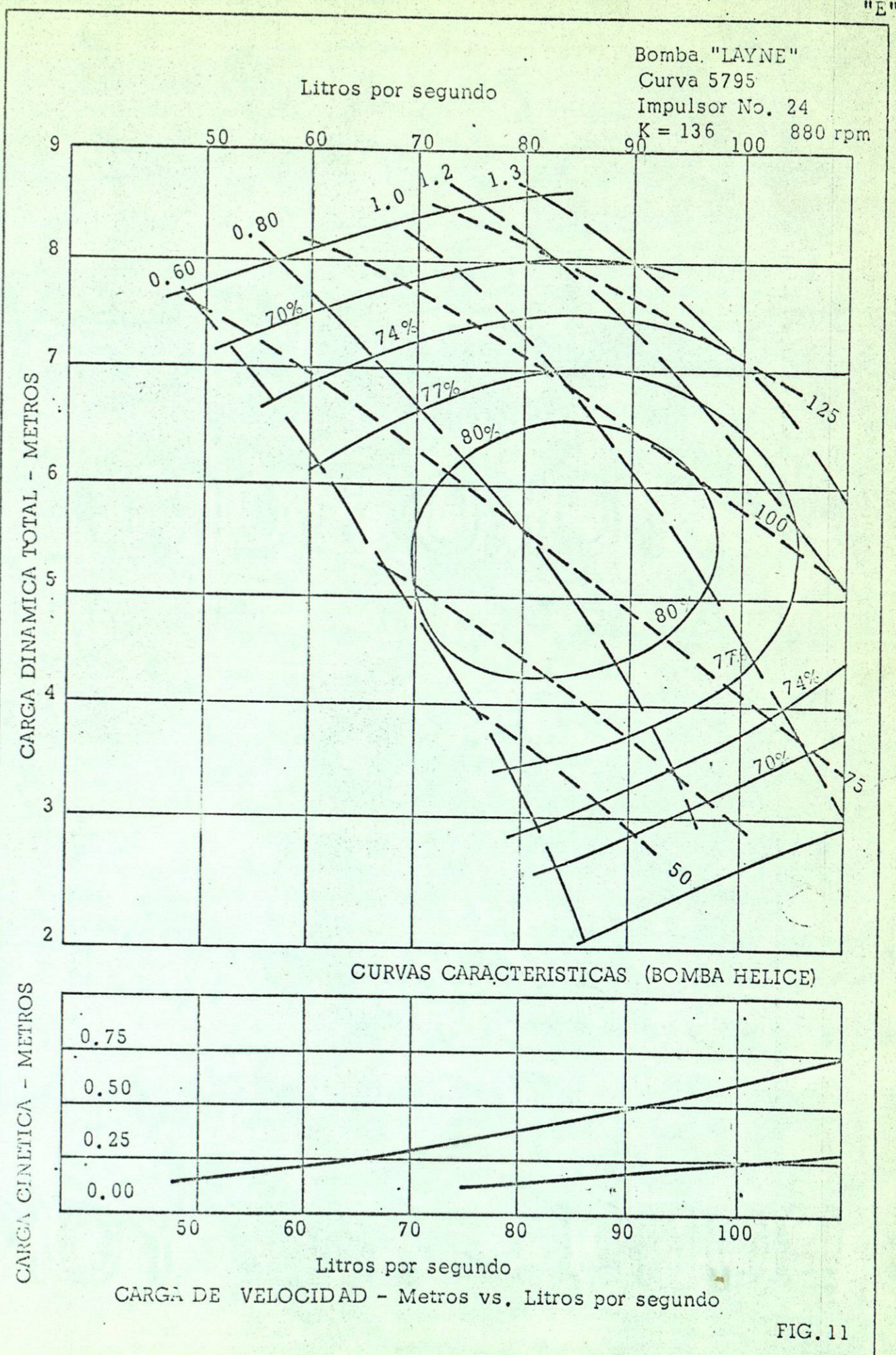


FIG. 11